

DIALOG(R) File 347:JAPIO
(c) 2001 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

05584590 **Image available**
PATTERN FORMING METHOD, PROJECTION ALIGNER AND SEMICONDUCTOR DEVICE
MANUFACTURING METHOD

PUB. NO.: 09 -199390 [JP 9199390 A]
PUBLISHED: July 31, 1997 (19970731)
INVENTOR(s): RUDORUFU BUNOO
 FUKUDA HIROSHI
APPLICANT(s): HITACHI LTD [000510] (A Japanese Company or Corporation), JP
 (Japan)
APPL. NO.: 08-004942 [JP 964942]
FILED: January 16, 1996 (19960116)
INTL CLASS: [6] H01L-021/027; G03F-007/20
JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components); 29.1 (PRECISION
 INSTRUMENTS -- Photography & Cinematography)
JAPIO KEYWORD: R002 (LASERS); R097 (ELECTRONIC MATERIALS -- Metal Oxide
 Semiconductors, MOS); R100 (ELECTRONIC MATERIALS -- Ion
 Implantation)

ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a pattern forming method for forming a projection image or photoresist pattern with fidelity to a design pattern, without doing complex corrections of a mask pattern, projection aligner and semiconductor device manufacturing method.

SOLUTION: Exposure is made with an amplitude transmittivity-variable pupil filter 17 disposed at the pupil of a projection lens of a projection aligner. The filter 17 is composed of a transparent substrate, phase shift film, semi-transparent film, screen stencil, etc., and replaced or rotated during several times or once exposure to the same position on the surface of a substrate 19 to be exposed whereby the fidelity of the contour of a pattern transfer image can be improved, without requiring any high NA projection lens or short wavelength of the exposure light to avoid forming poor resolution products, thereby producing semiconductor integrated circuit devices, etc., at high yield.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-99390

(43) 公開日 平成9年(1997)4月15日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 K 35/30	3 2 0		B 2 3 K 35/30	3 2 0 A
9/173			9/173	C
35/02			35/02	N

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平7-256229

(22) 出願日 平成7年(1995)10月3日

(71) 出願人 000001199

株式会社神戸製鋼所

兵庫県神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号

(72) 発明者 鈴木 励一

神奈川県藤沢市宮前字裏河内100番1 株

式会社神戸製鋼所藤沢事業所内

(72) 発明者 中野 利彦

神奈川県藤沢市宮前字裏河内100番1 株

式会社神戸製鋼所藤沢事業所内

(74) 代理人 弁理士 藤巻 正憲

(54) 【発明の名称】 パルスMAG溶接用ソリッドワイヤ

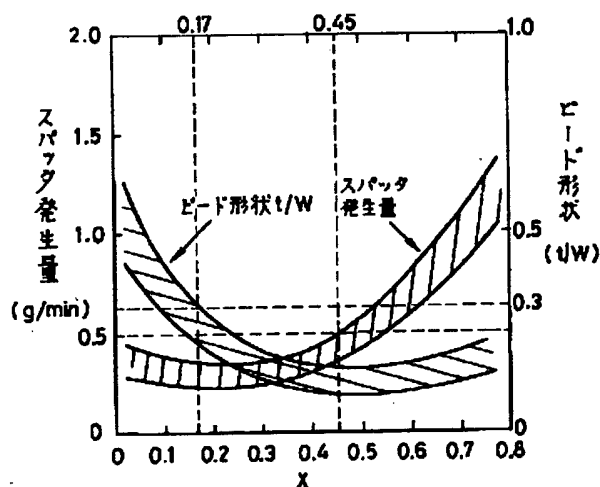
(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 高速溶接のために高周波のパルス溶接を行う場合に、スパッタが極めて少なく、かつ、継手の疲労特性が優れたビードを得ることができるMAG溶接用ソリッドワイヤを提供する。

【解決手段】 C:0.04乃至0.15重量%、Si:0.20乃至0.50重量%、Mn:0.90乃至1.70重量%、P:0.03重量%以下、S:0.005乃至0.030重量%、Ti:0.050重量%を超え0.100重量%以下、Al:0.02重量%以下、N:0.015重量%以下、O:0.015重量%以下を、下記数式で表されるXの値が0.17乃至0.45を満足するように含有し、残部は、鉄及び不可避免的不純物である組成を有する。

$$X = 0.01 \times [\text{Mn}] / [\text{Si}] + 5 \times [\text{Ti}] - [\text{C}] - 0.5 \times [\text{S}] - 2 \times [\text{O}]$$

但し、Mn、Si、Ti、C、S、Oは、夫々の含有量(重量%)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 C:0.04乃至0.15重量%、Si:0.20乃至0.50重量%、Mn:0.90乃至1.70重量%、P:0.03重量%以下、S:0.005乃至0.030重量%、Ti:0.050重量%を超え0.100重量%以下、Al:0.02重量%以下、N:0.015重量%以下、O:0.015重量%以下を、下記数式で表されるXの値が0.17乃至0.45を満足するように含有し、残部が鉄及び不可避免的不純物である組成を有し、表面に0.10重量%以上のCuメッキが施されていることを特徴とするパルスMAG溶接用ソリッドワイヤ。

$$X = 0.01 \times [Mn] / [Si] + 5 \times [Ti] - [C] - 0.5 \times [S] - 2 \times [O]$$

但し、[Mn]、[Si]、[Ti]、[C]、[S]、[O]は、夫々Mn、Si、Ti、C、S、Oの含有量(重量%)

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はパルス電源を使用した混合ガスシールドアーク溶接(以下、パルスMAG溶接)に適したパルスMAG溶接用ソリッドワイヤに関し、特にスパッタ発生量が少なく、また優れた疲労特性を有するビードを得ることができるパルスMAG溶接用ソリッドワイヤに関する。

【0002】

【従来の技術】溶接ワイヤをCO₂及びAr等のガスでシールドさせるガスシールドアーク溶接方法は、その高能率性と自動化のしやすさから、今日、最も使用量が多い溶接方法である。シールドガスとしては、経済性と耐気孔欠陥性からCO₂ガスを使用する人が多い。しかし、CO₂ガスを使用すると、多量のスパッタが発生することは回避できない。このため、スパッタの発生を抑制するために、シールドガスとして、Arガスに5乃至20体積%のCO₂ガスを混合した混合ガスを使用することが多い。この混合ガスをシールドガスとして使用するMAG溶接の場合は、高電流域では溶滴の移行形態がスプレー状となり、極めて安定するため、スパッタの発生量は極めて少ない。しかし、低電流域ではCO₂ガスを使用した溶接の場合と同様に短絡が生じるため、スパッタ発生量は減少しにくい。

【0003】そこで、このMAG溶接の低電流域でのスパッタ発生量の低減を目的として、近時、パルス電源を使用したMAG溶接が普及している。パルスMAG溶接法は、高電流(ピーク電流)と低電流(ベース電流)を周期的に発生させることにより、ピーク期間中に溶接ワイヤ先端に溶滴を形成させ、ベース期間中に溶滴を溶接ワイヤ先端から離脱させて母材の溶融池に移行させることを目的とする溶接方法である。溶滴の移行と電流の制御を1パルス当たり1溶滴に同期させたとき、低電流域でも短絡は発生せず、スパッタ発生量を極めて少なくす

ることができる。

【0004】また、実際の溶接施工において、生産性の向上を考慮したとき、溶接速度はより大きい方が溶接能率を向上させることになる。高速溶接を行う上での主な問題点は、溶接速度が大きくなるほどアンダーカットが生じ易くなり、これを防止するため、アーク長を短くすることによって短絡が生じて多量のスパッタが発生してしまうという点である。

【0005】アンダーカットを防止し、スパッタの発生を抑制するためには、短絡が生じない程度にアーク長を可及的に短くする必要がある。このときのアーク長が限界アーク長である。つまり、限界アーク長が短いほど、より高速溶接が可能であり、更にスパッタを極めて少なく維持することができる。

【0006】而して、非短絡でのアーク長は移行する溶滴粒の径に依存するため、溶滴移行回数を増加し、1溶滴当たりのワイヤ溶融量を可及的に少なくする方が限界アーク長を短くすることができる。

【0007】パルスMAG溶接で高速溶接を行う場合、溶滴移行回数を増加させるためには、パルスの周波数を高くすればよい。しかしながら、通常の溶接ワイヤを使用した場合は、高周波数のパルスでは溶滴移行が同期せず、ピーク期間中に溶滴が離脱したり、ピークの立ち上がりで短絡が発生したりすることにより、結果としてスパッタが増加することになる。

【0008】このような技術的背景の下に、高周波数のパルスに溶滴移行を同期させることができるパルスMAG用ワイヤが提案されている(例えば、特公平4-51276号公報、特公平6-92032号公報)。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、これらの公知文献に記載された溶接ワイヤでは、スパッタの低減のみが課題となっており、ビード形状(断面形状)については全く考慮されていない。このため、これらの公知文献に開示された技術に従って、これらのワイヤを使用して実際に溶接施工すると、確かに、スパッタは低減され、高速溶接が可能であるが、ビードは母材とのなじみが悪く、凸形態となるため、溶接継手の疲労強度が低いという問題点があった。従って、従来、溶接の高速化を目的として高周波のパルス溶接を行う場合に、スパッタの発生量を極めて少なくすると共に、疲労強度が優れたビードを得るという双方の効果を同時に満足することはできなかった。

【0010】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたものであって、高速溶接のために高周波のパルス溶接を行う場合に、スパッタ発生量が極めて少ないと共に、ビードと母材とのなじみが良好であり、ビード形状が平坦であって、継手の疲労特性が優れたビードを得ることができるパルスMAG溶接用ソリッドワイヤを提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明に係るパルスMA G溶接用ソリッドワイヤは、C:0.04乃至0.15重量%、Si:0.20乃至0.50重量%、Mn:0.90乃至1.70重量%、P:0.03重量%以下、S:0.005乃至0.030重量%、Ti:0.050重量%を超え0.100重量%以下、Al:0.02重量%以下、N:0.015重量%以下、O:0.015重量%以下を、下記数式1で表されるXの値が0.17乃至0.45を満足するように含有し、残部が鉄及び不可避免的不純物である組成を有し、表面に0.10重量%以上のCuメッキが施されていることを特徴とする。

【0012】

【数1】 $X = 0.01 \times [Mn] / ([Si] + 5 \times [Ti] - [C] - 0.5 \times [S] - 2 \times [O])$

但し、[Mn]、[Si]、[Ti]、[C]、[S]、[O]は、夫々Mn、Si、Ti、C、S、Oの含有量(重量%)である。

【0013】

【作用】本願発明者等は、高周波パルス溶接においても溶滴移行が同期して規則的な1パルス当たり1溶滴が確保され、これによりスパッタの発生が極めて少なくなると共に、ビード外観及び形状が良好で、且つビード止端の形状が平坦で継手の疲労特性が優れたワイヤを開発すべく、種々実験研究した結果、高周波でのパルスに対して同期を実現するためには、より小さい溶融エネルギー(ピーク電流×ピーク電圧×ピーク時間)で、溶滴がワイヤから切り離され、ベース期間中に溶融池に落下する必要があることを知見した。これには溶滴の物性(表面張力及び粘性等)が主として影響し、その溶滴の物性はC、Si、Mn、S、Ti、O等のワイヤ成分に依存している。また、ビード形状も、ワイヤ成分と関連する物性によって大きく変化する。

【0014】本発明はかかる知見に基づき完成されたものであり、特に、前記数式1にて表されるXの値を特定の範囲に規定し、Cuメッキ量を規定すると共に、その他の成分の含有量も所定範囲に規定することにより、本願発明の目的を達成したものである。以下、本発明について更に詳細に説明する。

【0015】

【実施例】図1は横軸に前記数式1にて表されるXの値をとり、縦軸にスパッタ発生量及びビード形状をとって、Xとスパッタ発生量及びビード形状との関係を示すグラフ図である。また、図2は横軸にビード形状をとり、縦軸に疲労限度をとって両者の関係を示すグラフ図である。なお、図1におけるスパッタ発生量及びビード形状の試験条件並びに図2における疲労試験条件は以下のとおりである。

【0016】(1)スパッタ発生量試験条件

母材:SPCC板厚3.2mm

シールドガス:Ar80体積%+CO₂20体積%、流量25リットル/分

ワイヤ突出し長さ:15mm

溶接姿勢:下向きビードオンプレート

ワイヤ径:1.2mm

溶接電流:210A

電圧:22V

速度:150cm/分

溶接長:150cm

パルス条件:ピーク電流460A、ピーク期間1.1msec、ベース電流60A。

【0017】また、スパッタ発生量は図3に示す装置により測定した。図3に示すように、一方の側面が開放したスパッタ捕集箱1a、1bをその開放側面を対面させて配置し、両者間にトーチ2を下向きに配置し、台3上に載置した母材4と、トーチ2から突出する溶接ワイヤ5との間に、前記(1)の条件で溶接した。このとき、溶接部から発生するスパッタ6を捕集箱1a、1b内に集め、所定時間経過後のスパッタ捕集量を測定した。その結果、単位時間当たりのスパッタ発生量は図1に示すとおりであった。

【0018】(2)ビード形状試験(重ねすみ肉溶接試験)条件

母材:SPCC板厚2.3mm

シールドガス:Ar80体積%+CO₂20体積%、流量25リットル/分

電源:インバータパルス電源

ワイヤ突出し長さ:15mm

溶接姿勢:水平重ねすみ肉

トーチ前進後退角:0°

ワイヤ径:1.2mm

溶接電流:220A

電圧:23V

速度:100cm/分

パルス条件:ピーク電流460A、ピーク期間1.1msec、ベース電流60A。

【0019】この重ねすみ肉溶接試験は図4に示すようにして行った。即ち、母材10の上に、母材11をその端部が母材10の表面上に位置するように配置し、この母材11の端部と母材10の表面との間を、前記(2)の条件で水平姿勢で溶接した。その結果、ビード12が形成され、このビード12の幅をW、ビード12の端縁から盛り上がった部分の高さをtとして、ビード12の平坦率をt/Wにより求めた。その結果を図1にXとの関係で示した。

【0020】(3)疲労試験条件

試験板:SAPH440、板厚2.6mm

溶接ワイヤ:JIS Z3312 YGW16一般材

シールドガス:Ar80体積%+CO₂20体積%

溶接姿勢：水平重ねすみ肉

疲労試験片：余盛付き平板溶接継手

試験方法：平面曲げ疲労試験

応力負荷：両振り制限波応力。

【0021】図5はこの試験方法を示す図である。試験板13と試験板14とを一部重複して重ね、両者を水平重ねすみ肉溶接した。溶接部にはビード15が形成された。そして、試験片13、14の端部を握持して平面曲げ試験した。得られた疲労限度をビード形状との関係で図2に示す。

【0022】図1に示すように、ワイヤ成分Mn、Si、Ti、C、S、Oにより数式1に基づいて決まるXの値は、スパッタ発生量及びビード形状に密接な関係を有し、Xが増加すると、ビード形状 t/W が小さくなり、スパッタ発生量は逆に増加する。このため、ビード形状が平坦であると共に、スパッタ発生量が少ないようなXの値の範囲がある。

【0023】そして、図1に示すように、数式1により表されるXの値が0.17乃至0.45の場合に、ビード形状 t/W が0.3以下と平坦になり、スパッタ発生量が0.5g/分以下となる。この場合に、図2からわかるように、ビード形状 t/W が0.3以下であれば、疲労限度 σ は約140N/mm²以上となる。

【0024】本発明においては、このような知見に基づき、スパッタ発生量の許容上限値を0.5g/分、継手疲労強度が良好となるビード形状 t/W を0.3以下と設定し、このような要件を満足するXの範囲として、 $0.17 \leq X \leq 0.45$ を規定した。Xが0.17乃至0.45の範囲に入るときには、溶滴はパルスに同期して1パルス1溶滴となることからスパッタ発生量は0.5g/分以下と少なく、且つビードも t/W が0.3以下と平坦であり、疲労特性が優れている。Xが0.17未満ではスパッタは少ないものの、ビード形状が凸状になり、疲労特性が低下する。逆に、Xが0.45を超えると、ビード形状は良好であるが、溶滴移行が高周波パルスに同期しなくなり、スパッタが著しく増加する。以上のことから、低スパッタ発生量と良好なビード形状との双方を満足する範囲として、Xを0.17乃至0.45と規定した。

【0025】次に、ソリッドワイヤを構成する鋼線の成分限定理由及び組成限定理由について説明する。

【0026】C（炭素）：0.04乃至0.15重量%
Cは溶滴の離脱に関し強い影響があり、その含有量が少ないと、溶滴離脱に過大なエネルギーを必要とする。よって、Cを0.04重量%以上添加することによって溶滴を細粒化し、高周波パルスでもスパッタを低減させる。しかし、C添加量が0.15重量%を超えると高速溶接において高温割れを誘発しやすくなり、また焼き入れ性も増すことから、溶接金属の硬度が高くなりすぎるため、C量の上限値は0.15重量%とする。また、C

含有量が0.04重量%未満では、スパッタ減少に効果がないばかりでなく、ビード形状も悪化するため、C量の下限値は0.04重量%とする。更に好ましくは、C量の下限値は0.05重量%とする。

【0027】Si（シリコン）：0.20乃至0.50重量%

Siは0.50重量%を超えてその含有量を多くすると、溶滴の形成に時間を必要とするため、高周波パルス時に溶滴移行が同期できず、スパッタが多く発生する。よって、Siの上限値は0.50重量%とする。また、Siは重要な脱酸元素であるが、0.20重量%未満ではその脱酸効果がほとんどなくなり、ブローホール等の気孔欠陥を発生させ、またビード外観も悪化する。このため、Siの下限値を0.20重量%とした。

【0028】Mn（マンガン）：0.90乃至1.70重量%

Mnは1.70重量%を超えて添加すると、Siと同様に溶滴の形成に時間を必要とし、結果として高周波パルスではスパッタを増加させてしまうことになる。よって、Mnの上限値を1.70重量%とする。また、Mnも重要な脱酸元素であるが、0.90重量%未満では脱酸効果がほとんどなくなり、気孔欠陥が生じる。よって、0.90重量%をMn量の下限値とする。好ましくは、Mn量は1.00乃至1.60重量%である。

【0029】P（リン）：0.03重量%以下
Pは高温割れを引き起こす元素であり、可及的に少ないほうがよいが、P含有量が0.03重量%を超えると、高温割れが著しくなるので0.03重量%を上限値とする。

【0030】S（硫黄）：0.005乃至0.030重量%

Sは溶滴の粘性及び表面張力を低下させ、ワイヤからの溶滴の離脱を容易にすることにより、高周波パルスでも溶滴が細粒化して、スパッタが減少する。また、Sはビード及び止端の形状を平坦化させる効果を有しており、S含有量が多い方がスパッタ発生量の低減及びビード形状の平坦化に対する効果が高い。このような効果を得るためには、Sを0.005重量%以上添加する必要がある。しかし、Sは、Pと同様に高温割れの誘起元素であるため、S量の上限値は0.030重量%とした。

【0031】Ti（チタン）：0.050重量%超、0.100重量%以下

Tiはビード形状の改善とアーク安定化の効果を有する。この効果を発揮するためには、Ti含有量は0.050重量%を超える必要である。好ましくは、Ti含有量は0.060重量%以上とする。しかしながら0.100重量%を超えてTiを添加すると、溶滴の粒径が大きくなると共にワイヤからの溶滴の離脱に時間がかかり、高周波パルスではスパッタが増加する。よって、Ti量は0.100重量%を上限とする。

【0032】Al (アルミニウム) : 0.02重量%以下

Alを添加すると、溶滴が離脱し難くなり、短絡が多くなる。よって、スパッタが多く発生するため、その量はできるだけ少ない方が好ましく、上限を0.02重量%とする。

【0033】O (酸素) : 0.015重量%以下、N (窒素) : 0.015重量%以下

O、Nは、その添加により溶滴の粒径を小さくする効果があるものの、いずれも0.015重量%を超える添加では、ブローホール等の気孔欠陥の発生原因になり、また溶接金属の靱性が低下することから、上限値をいずれも0.015重量%とする。更に、O及びNの含有量は0.010重量%未満とすることが好ましい。

【0034】Cuメッキ : 0.10重量%以上

Cuメッキは溶接時に通電チップからワイヤ内に流れる電流の通電性に大きな影響を与える。Cuメッキ量が不足すると、ワイヤ表面にメッキが付着していない箇所が生じ、通電点がメッキ部から非メッキ部に移動する際に、電気抵抗の差からパルスの制御が崩れてアークが不安定となり、スパッタが増加する。このことから、スパッタが増加する原因を排除するため、Cuメッキは安定してワイヤ全体に付着することが望ましい。

【0035】Cuメッキがパルス制御に影響を与えない程度の付着量を調べた結果、0.10重量%以上であればCuの付着が良好であることが判明した。このため、Cuメッキ量は0.10重量%以上とする。

【0036】その他、本発明の特許請求の範囲にて含有量を限定していないNi、Cr、Nb、Zr、Mo、B、V、Bi等の不純物は、通常の不可避的不純物量 (例えば、夫々0.1重量%以下) であれば、スパッタ発生量及びビード形状に影響を与えないため、許容される。また、ワイヤ表面に付着する無機物、有機物、又はそれらの化合物もまた同様の理由により許容される。

【0037】次に、下記表1、2に示す成分のワイヤを用い、前述の(1)及び(2)の溶接条件でスパッタ発生量測定試験及び重ねすみ肉溶接試験を行った結果について説明する。下記表3は、その試験の結果測定された「スパッタ発生量」と、「ビード形状 ϕ /W」と、「その他溶接作業性」を示す。「その他溶接作業性」においては、アーク安定性に問題はないもの、並びにビード外観及び溶接金属品質に問題がないものを良好とした。

【0038】ワイヤNo. 1~10は本発明の実施例ワイヤ、No. 11~26は本発明の範囲から外れる比較例ワイヤを示す。本発明例であるワイヤNo. 1~10は各ワイヤ含有成分及びCuメッキ量、パラメータXが本発明の規定範囲内にあるため、スパッタ発生量は少なく、ビード形状も平坦で疲労強度が優れている。また、

これらのワイヤはアーク安定性及び溶接金属の品質も良好であった。

【0039】No. 11、12のワイヤはXが本発明にて規定した上限値より高く、そのためスパッタ発生量が多い。No. 13のワイヤはXが下限値よりも低く、そのためスパッタ量は少ないものの、ビード形状が凸となり、疲労特性が劣るものであった。No. 14のワイヤはXは本発明の範囲内であるが、Tiが上限値より高いため、溶滴が切れ難くなり、パルスに同期せず、スパッタが多くなった。No. 15のワイヤはXは範囲内であるが、Tiが下限値よりも低いいため、ビード形状が凸になった。No. 16のワイヤもTiが下限値より低く、更にXも下限値より低いいため、ビードが凸になると共に、アークの安定性が低下した。また、ビード止端部のなじみが劣化しており、疲労強度が著しく低下する。

【0040】No. 17のワイヤはCが下限値よりも低いいため、溶滴が離脱しづらくなり、スパッタが増加した。また、ビード形状も若干悪くなった。No. 18のワイヤはCが上限値よりも高く、Xが下限値よりも低いために、ビード形状が凸になると共に、耐高温割れ性が低下し、溶接中にビード中央部に割れが発生した。No. 19のワイヤはP、S共に上限値より高く、ビード形状及びスパッタ量は良好であるが、耐高温割れ性が低下して溶接中に割れが発生した。No. 20のワイヤはSが下限値より低いいため、溶滴が離脱し難くなって、スパッタ発生量が増加すると共に、ビード形状も悪化した。No. 21のワイヤはSiが下限値よりも低いいため、ビード形状がやや凸になり、更に脱酸不足によりブローホールが発生した。No. 22のワイヤはSiが上限値よりも高いため、溶滴が離脱しづらくなり、スパッタが増加した。No. 23のワイヤはMnが下限値より低いいため、ビード形状が悪くなり、また脱酸能力不足のため、ブローホールが発生した。No. 24のワイヤはN、Oがいずれも上限値より高いため、スパッタは少ないもののブローホールが発生し、ビード形状も悪化した。No. 25のワイヤはAlが上限値より高いため、スパッタが極めて多く発生した。No. 26のワイヤはワイヤ成分及びXは本発明の範囲内であったが、ワイヤ表面にメッキしているCuの量が下限値より低いいため、メッキされていない部分が多数生じ、接触電圧の抵抗差によりパルス状の電流波形制御が不安定になり、アーク不安定が生じた。また、その結果スパッタ量が増加した。このように、本発明の範囲外にあるワイヤは、スパッタ発生量、ビード平坦性、アーク安定性及び溶接金属の健全性を同時に満たすことはできないものである。

【0041】

【表1】

表1 (その1)

		C	Si	Mn	P	S	Ti
実 施 例	1	0.06	0.25	1.15	0.008	0.012	0.071
	2	0.11	0.42	1.51	0.010	0.005	0.063
	3	0.14	0.34	1.42	0.012	0.018	0.080
	4	0.08	0.30	1.25	0.005	0.024	0.099
	5	0.10	0.47	1.57	0.021	0.005	0.061
	6	0.04	0.28	1.08	0.009	0.010	0.073
	7	0.05	0.21	1.53	0.013	0.005	0.085
	8	0.09	0.50	0.95	0.011	0.023	0.060
	9	0.10	0.31	1.35	0.015	0.019	0.073
	10	0.04	0.20	1.65	0.007	0.014	0.051

表1 (その2)

		C	Si	Mn	P	S	Ti
比 較 例	11	0.05	0.22	1.58	0.008	0.008	0.098
	12	0.04	0.25	1.70	0.008	0.006	0.092
	13	0.14	0.48	1.05	0.010	0.021	0.060
	14	0.14	0.35	1.26	0.011	0.015	0.115
	15	0.05	0.29	1.19	0.006	0.016	0.041
	16	0.10	0.28	1.22	0.005	0.016	0.001
	17	0.02	0.35	1.40	0.009	0.012	0.055
	18	0.22	0.41	1.56	0.010	0.009	0.062
	19	0.06	0.27	1.19	0.035	0.035	0.084
	20	0.08	0.30	1.35	0.011	0.002	0.063
	21	0.07	0.15	0.98	0.010	0.010	0.065
	22	0.11	0.65	1.09	0.009	0.008	0.092
	23	0.07	0.30	0.51	0.012	0.013	0.063
	24	0.10	0.28	1.35	0.013	0.008	0.055
	25	0.05	0.48	1.62	0.010	0.011	0.070
	26	0.10	0.25	1.19	0.008	0.015	0.061

【0042】

【表2】

11
表2 (その1)

【表3】

		A l	N	O	M. Cu	X
実 施 例	1	0.001	0.003	0.004	0.21	0.33
	2	0.005	0.005	0.008	0.15	0.22
	3	0.013	0.009	0.005	0.25	0.28
	4	0.008	0.007	0.011	0.17	0.42
	5	0.012	0.003	0.007	0.19	0.22
	6	0.010	0.004	0.004	0.15	0.35
	7	0.004	0.008	0.004	0.12	0.44
	8	0.015	0.010	0.013	0.11	0.19
	9	0.007	0.007	0.002	0.19	0.30
	10	0.005	0.006	0.008	0.22	0.27

10

表2 (その2)

		A l	N	O	M. Cu	X
比 較 例	11	0.009	0.005	0.004	0.19	0.50
	12	0.011	0.011	0.007	0.18	0.47
	13	0.013	0.003	0.011	0.22	0.15
	14	0.015	0.005	0.006	0.21	0.45
	15	0.019	0.007	0.005	0.20	0.18
	16	0.015	0.005	0.006	0.20	0.07
	17	0.006	0.006	0.010	0.23	0.27
	18	0.003	0.003	0.008	0.16	0.11
	19	0.012	0.005	0.007	0.15	0.37
	20	0.008	0.004	0.005	0.20	0.27
	21	0.008	0.004	0.006	0.24	0.30
	22	0.006	0.011	0.006	0.18	0.35
	23	0.009	0.005	0.009	0.14	0.24
	24	0.010	0.021	0.020	0.27	0.18
	25	0.045	0.006	0.005	0.20	0.32
	26	0.008	0.005	0.006	0.08	0.23

20

30

【0043】

表3 (その1)

		スパッタ発生量 g/min	ビード形状 t/w	その他溶接 作業性
実 施 例	1	0.23	0.108	良好
	2	0.28	0.186	良好
	3	0.22	0.135	良好
	4	0.37	0.086	良好
	5	0.21	0.178	良好
	6	0.31	0.129	良好
	7	0.40	0.080	良好
	8	0.14	0.242	良好
	9	0.25	0.165	良好
	10	0.30	0.148	良好

表3 (その2)

		スパッタ発生量 g/min	ビード形状 t/w	その他溶接 作業性
比 較 例	11	0.65	0.130	良好
	12	0.70	0.135	良好
	13	0.26	0.382	良好
	14	0.56	0.208	良好
	15	0.19	0.410	良好
	16	0.32	0.724	アーク不安定発生
	17	0.72	0.313	良好
	18	0.42	0.438	割れ発生
	19	0.24	0.135	割れ発生
	20	0.65	0.552	良好
	21	0.27	0.333	ブローホール発生
	22	0.71	0.232	良好
	23	0.49	0.377	ブローホール発生
	24	0.18	0.451	ブローホール発生
	25	1.12	0.133	良好
	26	0.82	0.220	アーク不安定発生

【0044】

【発明の効果】以上説明したように、本発明により、ワイヤ成分及びCuメッキ量を適切にすれば、高周波のパルスMAG溶接において、安定してパルスに同期した溶滴移行を行わせることができ、スパッタ発生量が極めて少なくなる。また、同時に、ビード止端のなじみが良好で且つ平坦な断面形状を有するビードを得ることができるため、高い継手疲労強度を得ることができる。これにより、本発明はこの種のパルスMAG溶接技術の進歩に多大の貢献をなす。

【図面の簡単な説明】

40* 【図1】ワイヤ成分の数式(1)のX値と、スパッタ発生量及びビード形状t/Wとの関係を示すグラフ図である。

【図2】溶接継手のビード形状t/Wと、疲労限度σとの関係を示すグラフ図である。

【図3】スパッタ発生量の試験装置を示す模式図である。

【図4】重ねすみ肉溶接から得られるビードの平坦率t/Wの定義を示す図である。

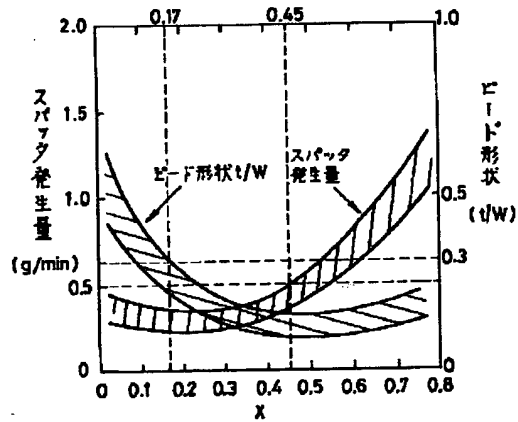
【図5】疲労試験に供した余盛付き平板溶接継手試験片を示す図である。

【符号の説明】

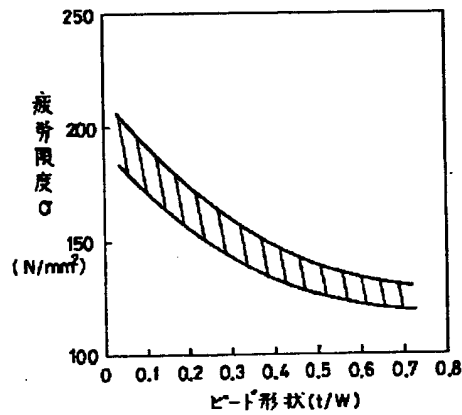
1a、1b：捕集箱
2：トーチ
3：台
4：母材

5：溶接ワイヤ
10、11：母材
13、14：試験片
12、15：ビード

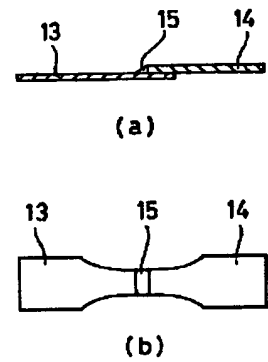
【図1】



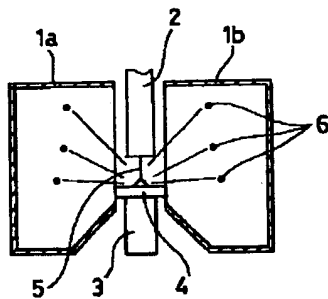
【図2】



【図5】



【図3】



【図4】

